

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-20381

(43)公開日 平成7年(1995)1月24日

(51)Int.Cl.<sup>°</sup>

G02B 15/20

13/18

識別記号

庁内整理番号

9120-2K

9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全12頁)

(21)出願番号 特願平5-190957

(22)出願日 平成5年(1993)7月5日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 三原 伸一

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 柴田 広徳

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

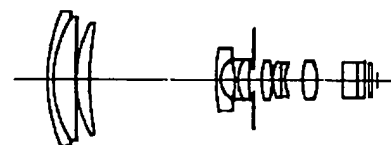
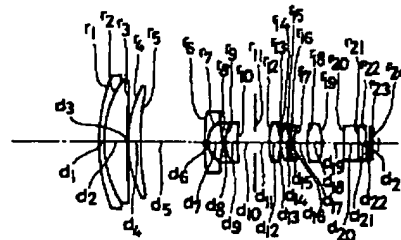
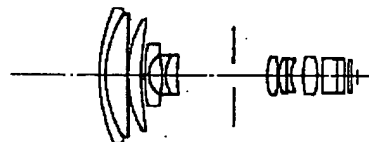
(74)代理人 弁理士 向 寛二

(54)【発明の名称】変倍レンズ

(57)【要約】

【目的】 本発明は、広角端の画角が $54^\circ$ 以上で変倍比が1.0以上で、特に広角端において全長が短い変倍レンズを提供することを目的としている。

【構成】 正の屈折力の第1群と負の屈折力の第2群と正の屈折力の第3群と正の屈折力の第4群の少なくとも四つの群にて構成され、広角端から望遠端への変倍の際に、第1群が物体側へ単調に移動し第2群が像側へ単調に移動し第3群が望遠端より広角端が物体側に位置するように移動し第4群が無限遠時広角端より望遠端にて第3群との間隔が大になるように移動し、合焦時も移動可能である変倍レンズ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、正の屈折力を有する第4群の少なくとも四つの群にて構成されるレンズ系であって、広角端から望遠端への変倍の際に前記第1群が物体側へ単調に移動し前記第2群が像側へ単調に移動し前記第3群が望遠端におけるよりも広角端においてより物体側に位置するように移動し前記第4群が無限遠物点合焦時に広角端におけるよりも望遠端において前記第3群との光軸上の空気間隔が大になるように移動し、更に前記第4群が合焦のためにも移動可能であって下記の条件を満足することを特徴とする変倍レンズ。

- (1)  $0.5 < f_1 / f_2 < 1.4$
- (2)  $0.81 < D_1 / f_2 < 6.5$
- (3)  $-0.6 < f_1 / f_3 < 0.6$

ただし、 $f_1$ 、 $f_2$ は夫々第3群、第4群の焦点距離、 $f_1$ 、 $f_2$ は夫々広角端、望遠端における全系の焦点距離、 $f_3$ は望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離、 $D_1$ は望遠端における無限遠物点合焦時の第3群と第4群の間の空気間隔である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ズームレンズに関するもので、特にビデオカメラ用に適したズームレンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラ用ズームレンズに対する小型化の要求が非常に高くなっており、また高変倍比でありながら、広角端において広い画角が得られるようにする必要性が大になっている。しかし、特開平5-60973号公報に記載されたズームレンズのように、かなり小型ではあるが、ズーム比が約8で広角端での画角 $2\omega$ が $55^\circ$ であって十分満足の得られるものではない。この従来例のズームレンズは、全長が広角端における焦点距離と半画角のタンジェントとの積に対し約19倍であって、その構成は、物体側から順に正の屈折力で常時固定の第1群と、負の屈折力で変倍のために可動の第2群と、正の屈折力で常時固定の第3群と、正の屈折力で変倍および物点の移動にともなう焦点移動を補正する目的で可動である第4群との四つの群にて構成されている。このような構成では、画角を広くしようとすると全長や前玉径が著しく大になる欠点を有している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、変倍比が約10で広角端の画角 $2\omega$ が $74^\circ$ と、従来のズームレンズよりも大幅に広い画角で、全長が広角端の焦点距離と半画角のタンジェントとの積に対して広角端において約25倍、望遠端にて約30倍に抑えた変倍レンズを提供することを目的としている。

【0004】又、本発明は、広角端の画角が $2\omega = 54^\circ$ で変倍比が約10で全長が広角端の焦点距離と半画角のタンジェントの積に対して広角端において約16倍望遠端において約20倍で特に広角端における全長の短い変倍レンズを提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の変倍レンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、正の屈折力を有する第4群との少なくとも四つの群より構成されたレンズ系で、広角端から望遠端へかけて変倍を行なう際に、第1群が物体側へ単調に移動し、第2群が像側へ単調に移動し、第3群が望遠端において広角端におけるよりも物体側に位置するように移動し、又無限遠合焦時には、第4群が広角端におけるよりも望遠端における方が第3群との空気間隔が大になるように又合焦時この第4群も移動するものである。更に次に順次説明する各条件の少なくともいずれか1つを満足することによって上記本発明の目的を更に向上させ得るものである。また、複数の条件を満足すれば、より発明の効果を向上させることも可能である。

【0006】まず条件の一つとして下記条件(1)がある。

【0007】(1)  $0.5 < f_1 / f_2 < 1.4$   
ただし $f_1$ 、 $f_2$ は夫々第3群および第4群の焦点距離である。

【0008】この条件は、第3群と第4群の焦点距離の比を規定したものである。この条件の上限の1.4を越えると変倍時の収差変動特に球面収差、コマ収差の変動が大きくなりやすいか又は変倍時の焦点位置の補正が困難になる。一方、下限の0.5を越えるとレンズ系の全長が長くなりやすい。

【0009】次に、他の条件として下記の条件(2)を満足することが望ましい。

【0010】(2)  $0.81 < D_1 / f_2 < 6.5$   
ただし $f_2$ は無限遠合焦時の広角端における全系の焦点距離、 $D_1$ は無限遠合焦時の望遠端における第3群と第4群との空気間隔である。

【0011】この条件(2)の下限の0.81を越えると前玉径や全長を小にしつつ全状態において、球面収差、コマ収差、非点収差を良好に補正することがむずかしくなり、変倍時の焦点位置の変動や合焦が困難になる。上限の6.5を越えると全長が長くなる。

【0012】更に他の条件として下記の条件(3)がある。

【0013】(3)  $-0.6 < f_1 / f_3 < 0.6$   
ただし $f_3$ は第1群から第3群までの合成焦点距離である。

【0014】この条件(3)では望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離を規定するものであり、

上限の0.6又は下限の-0.6のいずれを越えても合焦時の球面収差の変動が大になる。

【0015】又、本発明では各群の移動方式や移動量を規定することにより小型化しようとしている。前述の従来例のような各群の移動方式を用いてレンズ系を広角にする場合、広角端から中間焦点距離までの間の途中の焦点距離において、第1群での光線高が著しく高くなり、これを防止するためには、第1群の径が大になる。それは、この焦点距離の範囲では入射瞳が深くなるため、この欠点を解消するためには、この焦点距離の領域にお

$$(4) \quad -2.0 < (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) < -0.3$$

ただし  $(x_{11} - x_{14})$  は、広角端から望遠端への変倍時の第1群の移動量つまり  $(x_{11} - x_{14})$  は第1群の又  $(x_{11} - x_{14})$  は第2群の移動量である。

【0018】この条件(4)は、第1群と第2群との移動関係を規定したもので、上限の-0.3を越えるとレンズ系を広角化した時に第1群の径が巨大化しやすく又条件(4)の下限の-2.0を越えると望遠端でのレン

$$(5) \quad -1.2 < (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) < -0.3$$

ただし  $(x_{11} - x_{14})$  は広角端から望遠端への変倍時の第3群の移動量である。

【0021】条件(5)は、第2群と第3群との移動関係を示したもので、条件(4)の上限の-0.3を越えると望遠端におけるFナンバーが大になり暗くなりやすく、又下限の-1.2を越えるとレンズ系を広角化した場合に第1群の径が巨大化しやすく又は、変倍比を確保

$$(6) \quad 0.12 < (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) < 0.7$$

ただし  $(x_{11} - x_{14})$  は広角端から中間焦点距離  $f$ ;

$[f; = (f_v \cdot f_r)^{1/2}]$  までの変倍の際の第1群の移動量つまり  $(x_{11} - x_{14})$  は第1群の移動量である。

【0025】第1群は、近軸配置からもまた収差の面からも物体側にやや凸の形状の軌跡を描くように移動することが好ましい。条件(6)の上限の0.7を越えると広角端から中間焦点距離の間の焦点距離において、軸外

$$(7) \quad 0.45 < (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) < 0.9$$

ただし  $(x_{11} - x_{14})$  は広角端から中間焦点距離への変倍時の第2群の移動量である。

【0028】第1群の移動軌跡が物体側にやや凸であるが極力凸形状が弱くすることが望ましくそのために、第2群は移動軌跡を像側へやや凸の形状にすることが好ましい。条件(7)の上限の0.9を越えると望遠側においてレンズ系の全長が長くなりやすく、又下限の0.45を越えると第1群の移動軌跡が物体側に凸状になりやすく周辺光量を確保するのが難しくなるか又は変倍に伴う焦点移動の補正が難しくなり好ましくない。

$$(8) \quad 0.45 < (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) < 0.9$$

ただし  $(x_{11} - x_{14})$  は、広角端から中間焦点距離への変倍時の第3群の移動量である。

要がある。なお、開口絞りは、通常、第2群と第3群との間もしくは第3群中に設けられる。

【0016】また変倍のためには、第1群と第2群との間隔の増減と第2群と第3群との間隔の増減が最も大きく寄与する。したがって高い変倍比を維持しつつ広角化しながらしかもレンズ系を小型にするためには、第1群と第2群とを互いに逆方向に移動させることが望ましい。そしてこの移動量は下記の条件(4)の範囲内であることが望ましい。

10 【0017】

ズ系の全長が長くなりやすいか又は変倍比を確保しにくくなる。

【0019】次に第2群と第3群も互いに逆方向に移動させることが好ましく、下記の条件(5)を満足することが好ましい。

【0020】

しにくくなるかレンズ系の全長が長くなりやすい。

【0022】更に各群の移動の仕方特に移動軌跡の形状を次のように定めることが望ましい。

【0023】まず第1群に関しては、次の条件(6)を満足するように移動させることが好ましい。

【0024】

光束が第1群によりけられやすくなり、周辺光量の確保が難しくなり、また条件(6)の下限の0.12を越えると変倍にともなう焦点移動の補正が難しくなりやすい。

【0026】次に第2群の移動軌跡に関連しては、下記の条件(7)を満足することが好ましい。

【0027】

【0029】更に前玉径を小さくするためには、つまり広角端から中間焦点距離にかけての入射瞳位置をより浅くするためには、第2群の移動軌跡をあまり像側に凸にしないようにするのが望ましい。そのためには第3群の移動軌跡を広角側で物体側に向かって急峻となるようにつまり物体側に凸状となるような移動軌跡にするのが良い。尚広角端から望遠端にかけて一方向に移動させた方が好ましい。この第3群の移動に関しては、下記条件(8)を満足することが好ましい。

【0030】

50 【0031】この条件(8)の下限の0.45を越えると第2群の移動軌跡が広角側で急峻になりやすく、第1

群の径が大になりやすい。又上限の0.9を越えると変倍による焦点位置の補正がむずかしくなる。

【0032】更に第4群は、その移動によって倍率の変化が少なく主として焦点位置の補正と合焦のために移動させる。

【0033】以上述べた内容は、いずれも第1群の径を小さくすることつまり広角端から中間焦点距離にかけての入射瞳位置が極力浅くなるように各群が移動する時に、変倍による焦点位置の変化が急峻となりやすく、そ

$$(9) \quad 0.8 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < 3.0$$

ただし $r_{11}$ 、 $r_{12}$ は前記の第3群の負レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0036】この条件(9)は、前記の負レンズのシェープファクターを規定したものでその上限の3.0を越えると球面収差を良好に補正しにくくなり又下限の0.8を越えるとレンズ系を小型化する上では好ましくな

$$(10) \quad -1.1 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < 0.5$$

ただし $r_{11}$ 、 $r_{12}$ は夫々前記の第4レンズ群中の単レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0039】この条件(10)は、前記の正の単レンズのシェープファクターを規定したもので、その上限の0.5および下限の-1.1のいずれを越えても合焦時の収差変動特に球面収差、コマ収差の変動が生じやすい。

【0040】本発明のレンズ系の各群の構成としては下記のものが好ましい。つまり第1群が物体側より順に負

れを補正するためには、無限遠物点合焦時の第4群の移動軌跡は、物体側にきつい凸形状になりやすい。これを解消するためには、第4群と結像面との間に弱い負のパワーの単レンズを配置することが好ましい。

【0034】更に第3群中の最も像側に負レンズを配置し、その形状を下記条件(9)を満足するようにすれば一層望ましい。

【0035】

【0037】更に第4群中に正の単レンズを配置しその形状を下記条件(10)を満足するようにすることが望ましい。

【0038】

のメニスカスレンズと正レンズと正レンズ、第2群が物体側から順に、負レンズと負レンズと正レンズ、第3群が物体側から順に正レンズと負レンズ、第4群が正の単レンズとするのが望ましい。

【0041】

【実施例】次に本発明の変倍レンズの各実施例を示す。  
実施例1

$f = 3.000 \sim 9.487 \sim 30.000$ , Fナンバー=1.8 ~ 2.66  
 $2\omega = 76^\circ \sim 28^\circ \sim 9^\circ$

|                          |                     |                    |                    |
|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| $r_1 = 39.0193$          | $d_1 = 1.3000$      | $n_1 = 1.84666$    | $\nu_1 = 23.78$    |
| $r_1 = 25.9933$          | $d_1 = 4.5500$      | $n_1 = 1.60311$    | $\nu_1 = 60.70$    |
| $r_1 = 481.7068$         | $d_1 = 0.1500$      |                    |                    |
| $r_1 = 25.6340$          | $d_1 = 2.7000$      | $n_1 = 1.48749$    | $\nu_1 = 70.20$    |
| $r_1 = 62.6362$          | $d_1 = D_1$ (可変)    |                    |                    |
| $r_1 = 37.6831$          | $d_1 = 0.7000$      | $n_1 = 1.77250$    | $\nu_1 = 49.66$    |
| $r_1 = 4.4840$           | $d_1 = 2.9233$      |                    |                    |
| $r_1 = -15.7196$         | $d_1 = 0.7000$      | $n_1 = 1.48749$    | $\nu_1 = 70.20$    |
| $r_1 = 6.9803$           | $d_1 = 2.4000$      | $n_1 = 1.80518$    | $\nu_1 = 25.43$    |
| $r_{11} = 24.3972$ (非球面) | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = \infty$ (絞り)   | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = 11.0062$ (非球面) | $d_{11} = 2.3500$   | $n_1 = 1.66910$    | $\nu_1 = 55.40$    |
| $r_{11} = -19.5384$      | $d_{11} = 0.1500$   |                    |                    |
| $r_{11} = 9.0664$        | $d_{11} = 1.8724$   | $n_1 = 1.60311$    | $\nu_1 = 60.70$    |
| $r_{11} = 436.7748$      | $d_{11} = 0.7000$   | $n_1 = 1.84666$    | $\nu_1 = 23.78$    |
| $r_{11} = 6.9721$        | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = 16.3017$ (非球面) | $d_{11} = 3.1000$   | $n_{11} = 1.66910$ | $\nu_{11} = 55.40$ |
| $r_{11} = -13.9573$      | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = \infty$        | $d_{11} = 2.9000$   | $n_{11} = 1.54771$ | $\nu_{11} = 62.83$ |
| $r_{11} = \infty$        | $d_{11} = 1.6000$   | $n_{11} = 1.52427$ | $\nu_{11} = 70.20$ |
| $r_{11} = \infty$        | $d_{11} = 1.0000$   |                    |                    |
| $r_{11} = \infty$        | $d_{11} = 0.7500$   | $n_{11} = 1.48749$ | $\nu_{11} = 70.20$ |
| $r_{11} = \infty$        |                     |                    |                    |

非球面係数

(第 1 0 面)

$$E = -0.27798 \times 10^{-3}, F = 0.27756 \times 10^{-4}$$

(第 1 2 面)

$$G = -0.33300 \times 10^{-4}, H = 0.11627 \times 10^{-4}$$

$$E = -0.32921 \times 10^{-3}, F = 0.16336 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.12277 \times 10^{-4}, H = 0.26872 \times 10^{-4}$$

(第 1 7 面)

$$E = -0.23109 \times 10^{-3}, F = 0.23560 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.29214 \times 10^{-4}, H = 0.12596 \times 10^{-4}$$

f 3.000 9.487 30.000

D<sub>1</sub> 0.800 13.362 26.430D<sub>2</sub> 11.694 3.777 1.200D<sub>3</sub> 7.102 2.948 1.500D<sub>4</sub> 2.501 3.094 3.680D<sub>5</sub> 1.000 4.561 5.423

$$f_1 / f_2 = 0.8395, D_1 / f_3 = 1.227, f_1 / f_4 = -0.02459$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = -0.6933$$

$$r_1 = 49.7073$$

$$r_2 = 30.4691$$

$$r_3 = -725.2157$$

$$r_4 = 27.5499$$

$$r_5 = 68.1671$$

$$r_6 = 43.5360$$

$$r_7 = 4.7795$$

$$r_8 = -13.8668$$

$$r_9 = 9.6896$$

$$r_{10} = 35.1743 \text{ (非球面)}$$

$$r_{11} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$r_{12} = 7.0659 \text{ (非球面)}$$

$$r_{13} = -22.9815$$

$$r_{14} = 26.1008$$

$$r_{15} = -95.9771$$

$$r_{16} = 38.8657$$

$$r_{17} = 6.1862$$

$$r_{18} = 9.9051 \text{ (非球面)}$$

$$r_{19} = -19.2302$$

$$r_{20} = \infty$$

$$r_{21} = \infty$$

$$r_{22} = \infty$$

$$r_{23} = \infty$$

$$r_{24} = \infty$$

非球面係数

(第 1 0 面)

$$E = -0.21323 \times 10^{-3}, F = 0.19758 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.49757 \times 10^{-4}, H = 0.46641 \times 10^{-4}$$

(第 1 2 面)

$$E = -0.58821 \times 10^{-3}, F = 0.95721 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.11022 \times 10^{-4}, H = 0.20949 \times 10^{-4}$$

(第 1 8 面)

$$E = -0.26826 \times 10^{-3}, F = 0.28801 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.57580 \times 10^{-4}, H = 0.31384 \times 10^{-4}$$

f 3.000 9.487 30.000

D<sub>1</sub> 0.800 13.250 25.013D<sub>2</sub> 13.593 3.529 1.000D<sub>3</sub> 7.200 4.098 1.200D<sub>4</sub> 2.160 2.004 3.319D<sub>5</sub> 0.900 4.158 5.742

$$f_1 / f_2 = 0.7530, D_1 / f_3 = 1.106, f_1 / f_4 =$$

$$50 = -0.1019$$

10

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = -0.5338$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.3069$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.7544$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.7415$$

$$(r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) = 1.0324$$

$$(r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) = 0.07748$$

【 0 0 4 2 】 実施例 2

$$f = 3.000 \sim 9.487 \sim 30.000, F \text{ ナンバー} = 1.78 \sim 2.52$$

$$2 \omega = 76^\circ \sim 28^\circ \sim 9^\circ$$

$$d_1 = 1.3000 \quad n_1 = 1.84666 \quad \nu_1 = 23.78$$

$$d_2 = 4.5491 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$d_3 = 0.1500$$

$$d_4 = 2.7000 \quad n_4 = 1.60311 \quad \nu_4 = 60.70$$

$$d_5 = D_1 \text{ (可変)}$$

$$d_6 = 0.8000 \quad n_6 = 1.69680 \quad \nu_6 = 55.52$$

$$d_7 = 3.6815$$

$$d_8 = 0.7000 \quad n_8 = 1.48749 \quad \nu_8 = 70.20$$

$$d_9 = 2.6180 \quad n_9 = 1.80518 \quad \nu_9 = 25.43$$

$$d_{10} = D_2 \text{ (可変)}$$

$$d_{11} = D_3 \text{ (可変)}$$

$$d_{12} = 2.8000 \quad n_{12} = 1.59008 \quad \nu_{12} = 61.20$$

$$d_{13} = 0.1500$$

$$d_{14} = 1.6404 \quad n_{14} = 1.72000 \quad \nu_{14} = 50.25$$

$$d_{15} = 0.1500$$

$$d_{16} = 0.7106 \quad n_{16} = 1.80518 \quad \nu_{16} = 25.43$$

$$d_{17} = D_4 \text{ (可変)}$$

$$d_{18} = 2.9000 \quad n_{18} = 1.59008 \quad \nu_{18} = 61.20$$

$$d_{19} = D_5 \text{ (可変)}$$

$$d_{20} = 2.9000 \quad n_{20} = 1.54771 \quad \nu_{20} = 62.83$$

$$d_{21} = 1.6000 \quad n_{21} = 1.52427 \quad \nu_{21} = 70.20$$

$$d_{22} = 1.0000$$

$$d_{23} = 0.7500 \quad n_{23} = 1.48749 \quad \nu_{23} = 70.20$$

9

10

$$\begin{aligned} (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= -1.0838 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= -0.4765 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.2053 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.7992 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.5170 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) &= 1.3786 \\ (r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) &= -0.3201 \end{aligned}$$

【0043】実施例3

$$\begin{aligned} f &= 8.200 \sim 25.612 \sim 80.000, F \text{ ナンバー} = 1.85 \sim 2.95 \\ 2\omega &= 54^\circ \sim 18.6^\circ \sim 6.0^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_1 &= 59.1400 & d_1 &= 1.2000 & n_1 &= 1.84666 & \nu_1 &= 23.78 \\ r_1 &= 33.7579 & d_1 &= 4.2000 & n_1 &= 1.56873 & \nu_1 &= 63.16 \\ r_1 &= -5674.2766 & d_1 &= 0.1500 & & & & \\ r_1 &= 32.7237 & d_1 &= 3.4000 & n_1 &= 1.63854 & \nu_1 &= 55.38 \\ r_1 &= 128.2877 & d_1 &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_1 &= 85.8683 & d_1 &= 1.0000 & n_1 &= 1.85026 & \nu_1 &= 32.28 \\ r_1 &= 7.4123 & d_1 &= 3.0000 & & & & \\ r_1 &= -13.7010 & d_1 &= 1.0000 & n_1 &= 1.48749 & \nu_1 &= 70.20 \\ r_1 &= 9.9296 & d_1 &= 3.0000 & n_1 &= 1.80518 & \nu_1 &= 25.43 \\ r_{11} &= -172.7422 \text{ (非球面)} & d_{11} &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_{11} &= \infty \text{ (絞り)} & d_{11} &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_{11} &= 8.9287 \text{ (非球面)} & d_{11} &= 4.1000 & n_{11} &= 1.58913 & \nu_{11} &= 61.18 \\ r_{11} &= 1175.1078 & d_{11} &= 0.1500 & & & & \\ r_{11} &= 15.2025 & d_{11} &= 2.3000 & n_{11} &= 1.48749 & \nu_{11} &= 70.20 \\ r_{11} &= 93.2588 & d_{11} &= 0.1500 & & & & \\ r_{11} &= 16.0586 & d_{11} &= 0.9000 & n_{11} &= 1.84666 & \nu_{11} &= 23.78 \\ r_{11} &= 6.5439 & d_{11} &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_{11} &= 10.4064 \text{ (非球面)} & d_{11} &= 3.5000 & n_{11} &= 1.48749 & \nu_{11} &= 70.20 \\ r_{11} &= -101.7286 & d_{11} &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_{11} &= \infty & d_{11} &= 5.5500 & n_{11} &= 1.51633 & \nu_{11} &= 64.15 \\ r_{11} &= \infty & & & & & & \end{aligned}$$

非球面係数

(第10面)

$$\begin{aligned} E &= 0.41549 \times 10^{-4}, F = -0.45707 \times 10^{-4} \\ G &= 0.23628 \times 10^{-4}, H = -0.37730 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

(第12面)

$$\begin{aligned} E &= -0.15559 \times 10^{-4}, F = -0.10489 \times 10^{-4} \\ G &= -0.15414 \times 10^{-4}, H = -0.28881 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

(第18面)

$$\begin{aligned} E &= -0.64665 \times 10^{-4}, F = -0.32357 \times 10^{-4} \\ G &= 0.11063 \times 10^{-4}, H = -0.12647 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= 8.200 \quad 25.612 \quad 80.000 \\ D_1 &= 1.000 \quad 19.409 \quad 31.267 \\ D_1 &= 12.310 \quad 4.800 \quad 1.000 \\ D_1 &= 7.891 \quad 4.000 \quad 2.000 \\ D_1 &= 4.636 \quad 5.400 \quad 16.168 \\ D_1 &= 6.641 \quad 9.768 \quad 1.000 \end{aligned}$$

$$f_1 / f_1 = 0.8832, D_1 / f_1 = 1.972, f_1 / f_{11} = 40$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = -0.5966$$

$$\begin{aligned} r_1 &= 54.2119 & d_1 &= 1.2000 & n_1 &= 1.84666 & \nu_1 &= 23.78 \\ r_1 &= 31.4943 & d_1 &= 4.8000 & n_1 &= 1.56873 & \nu_1 &= 63.16 \\ r_1 &= -688.7710 & d_1 &= 0.1500 & & & & \\ r_1 &= 30.1869 & d_1 &= 3.4000 & n_1 &= 1.60311 & \nu_1 &= 60.70 \\ r_1 &= 116.1649 & d_1 &= D_1 \text{ (可変)} & & & & \\ r_1 &= 116.1422 & d_1 &= 1.0000 & n_1 &= 1.85026 & \nu_1 &= 32.28 \\ r_1 &= 7.2333 & d_1 &= 2.6500 & & & & \\ r_1 &= -16.2486 & d_1 &= 1.0000 & n_1 &= 1.48749 & \nu_1 &= 70.20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= -0.5209 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.5749 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.6640 \\ (x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) &= 0.6605 \\ (r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) &= 2.3755 \\ (r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) &= -0.8144 \end{aligned}$$

【0044】実施例4

$$\begin{aligned} f &= 8.200 \sim 25.612 \sim 80.000, F \text{ ナンバー} = 1.84 \sim 2.33 \\ 2\omega &= 54^\circ \sim 18.6^\circ \sim 6.0^\circ \end{aligned}$$

11

12

|                          |                     |                    |                    |
|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| $r_1 = 7.7276$           | $d_1 = 2.8000$      | $n_1 = 1.84666$    | $\nu_1 = 23.78$    |
| $r_{11} = 46.5144$ (非球面) | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = \infty$ (絞り)   | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = 9.4559$ (非球面)  | $d_{11} = 4.4000$   | $n_{11} = 1.67790$ | $\nu_{11} = 55.33$ |
| $r_{11} = -103.5192$     | $d_{11} = 0.1500$   |                    |                    |
| $r_{11} = 12.2391$       | $d_{11} = 2.8000$   | $n_{11} = 1.60311$ | $\nu_{11} = 60.70$ |
| $r_{11} = 86.5864$       | $d_{11} = 0.1400$   |                    |                    |
| $r_{11} = 121.8855$      | $d_{11} = 0.9000$   | $n_{11} = 1.84666$ | $\nu_{11} = 23.78$ |
| $r_{11} = 6.3995$        | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = 11.0973$ (非球面) | $d_{11} = 3.4000$   | $n_{11} = 1.67790$ | $\nu_{11} = 55.33$ |
| $r_{11} = -96.4370$      | $d_{11} = D_1$ (可変) |                    |                    |
| $r_{11} = \infty$        | $d_{11} = 5.5500$   | $n_{11} = 1.51633$ | $\nu_{11} = 64.15$ |
| $r_{11} = \infty$        |                     |                    |                    |

非球面係数

(第 1 0 面)

$$E = 0.69288 \times 10^{-4}, F = 0.56374 \times 10^{-4}$$

$$G = 0.22489 \times 10^{-4}, H = 0.60499 \times 10^{-4}$$

(第 1 2 面)

$$E = -0.12378 \times 10^{-4}, F = -0.43198 \times 10^{-4}$$

$$G = -0.14125 \times 10^{-4}, H = -0.23172 \times 10^{-4}$$

(第 1 8 面)

$$E = -0.88280 \times 10^{-4}, F = -0.13019 \times 10^{-4}$$

$$G = 0.80155 \times 10^{-4}, H = -0.11914 \times 10^{-4}$$

|       |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|
| f     | 8.200  | 25.612 | 80.000 |
| $D_1$ | 1.000  | 18.190 | 28.900 |
| $D_2$ | 10.691 | 4.698  | 1.000  |
| $D_3$ | 7.287  | 4.000  | 2.000  |
| $D_4$ | 3.482  | 3.863  | 13.982 |
| $D_5$ | 6.214  | 9.119  | 1.000  |

$$f_1 / f_2 = 0.6978, D_1 / f_2 = 1.705, f_1 / f_{11} = 0.4290$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = -0.5322$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = -0.5456$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.6149$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.6184$$

$$(x_{11} - x_{14}) / (x_{11} - x_{14}) = 0.6217$$

$$(r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) = 1.1108$$

$$(r_{11} + r_{11}) / (r_{11} - r_{11}) = -0.7936$$

ただし  $r_1, r_2, \dots$  はレンズ各面の焦点距離、 $d_1, d_2, \dots$  は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 $n_1, n_2, \dots$  は各レンズの屈折率、 $\nu_1, \nu_2, \dots$  は各レンズのアッペ数である。

【0045】上記の実施例 1～実施例 4 は、夫々図 1～図 4 に示す構成である。これら実施例の収差状況は、実施例 1 が図 5、図 6、図 7 に示す通りであり、実施例 2 が図 8、図 9、図 10 に、実施例 3 が図 11、図 12、図 13 に、更に実施例 4 が図 14、図 15、図 16 に示す通りである。

【0046】以上の実施例中で用いられている非球面は、次の式にて表わされる。

$$x = \frac{y^2}{r + r \sqrt{1 - \left(\frac{y}{r}\right)^2}} + Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$$

【0047】上記の式は、光軸を  $x$  軸、光軸に直角な方向を  $y$  軸として表わしたもので、 $r$  は非球面の近軸半径、 $E, F, G, H$  は夫々 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数である。

【0048】

30 【発明の効果】本発明のズームレンズは、高変倍率であり広画角でありながら前玉径が小さく全長の短い小型になし得たものである。又画角を従来の高変倍率のズームレンズと同程度にした場合、更に前玉径を小に全長を短くし得るもので極めて小型になし得る。つまり広角端での画角が  $75^\circ$ 、変倍比が 10、F ナンバーが 1.8 の時に全長が  $30 \times f_v \times \tan \omega$ 、前玉径が  $13 \times f_v \times \tan \omega$  で小型であり、又画角が  $54^\circ$  で、変倍比が 10、F ナンバー 1.8 の時の全長は  $21 \times f_v \times \tan \omega$ 、前玉径は  $7 \times f_v \times \tan \omega$  で超小型である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 の断面図

【図 2】本発明の実施例 2 の断面図

【図 3】本発明の実施例 3 の断面図

【図 4】本発明の実施例 4 の断面図

【図 5】本発明の実施例 1 の広角端における収差曲線図

【図 6】本発明の実施例 1 の中間焦点距離における収差曲線図

【図 7】本発明の実施例 1 の望遠端における収差曲線図

【図 8】本発明の実施例 2 の広角端における収差曲線図

50 【図 9】本発明の実施例 2 の中間焦点距離における収差



曲線図

【図 1 0】本発明の実施例 2 の望遠端における収差曲線

図

【図 1 1】本発明の実施例 3 の広角端における収差曲線

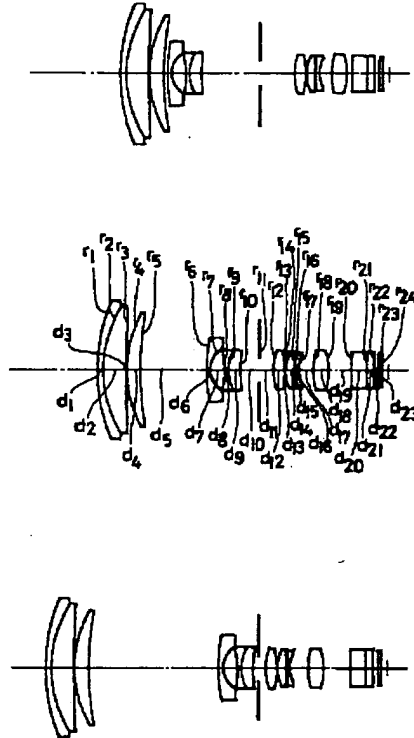
図

【図 1 2】本発明の実施例 3 の中間焦点距離における収差曲線

図

【図 1 3】本発明の実施例 3 の望遠端における収差曲線

【図 1】



図

【図 1 4】本発明の実施例 4 の広角端における収差曲線

図

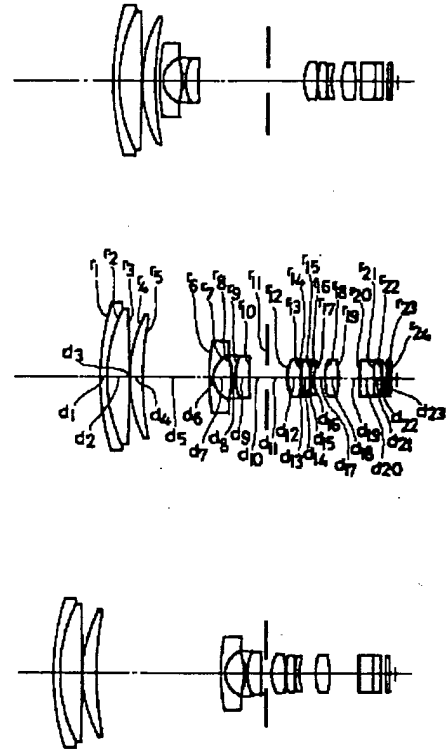
【図 1 5】本発明の実施例 4 の中間焦点距離における収差曲線

図

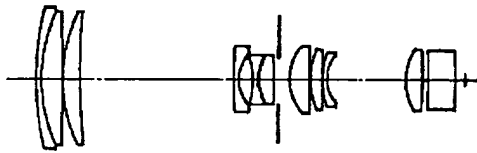
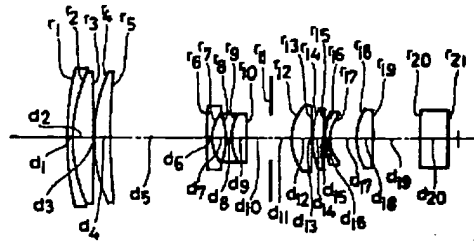
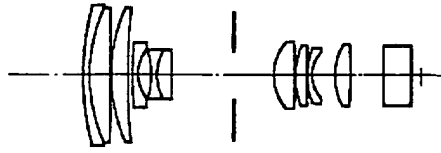
【図 1 6】本発明の実施例 4 の望遠端における収差曲線

図

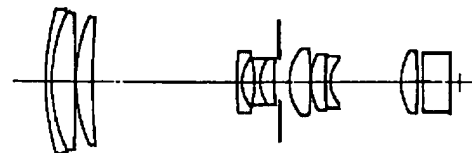
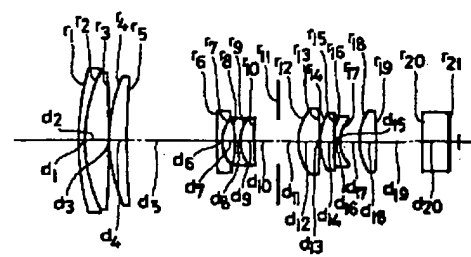
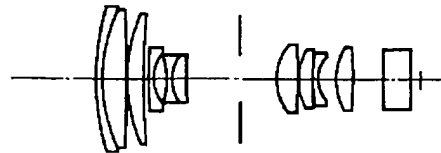
【図 2】



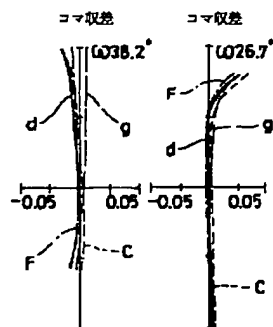
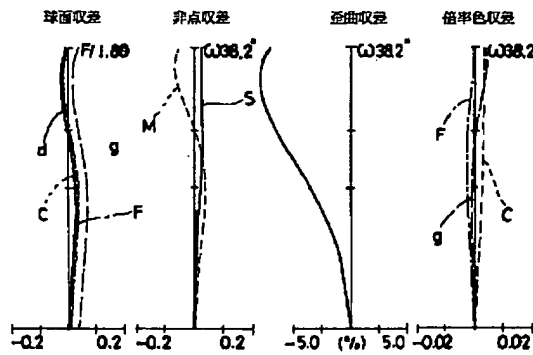
【図 3】



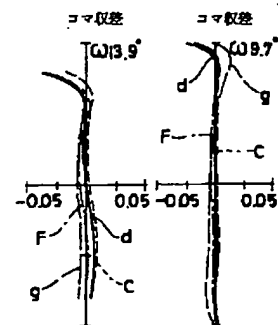
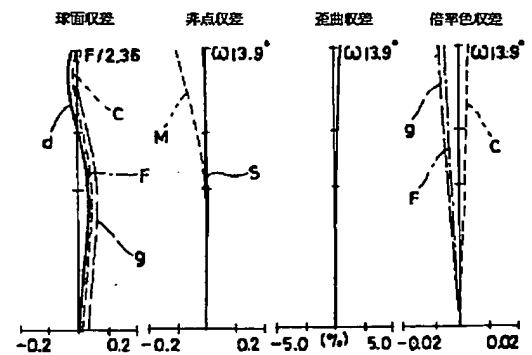
【図 4】



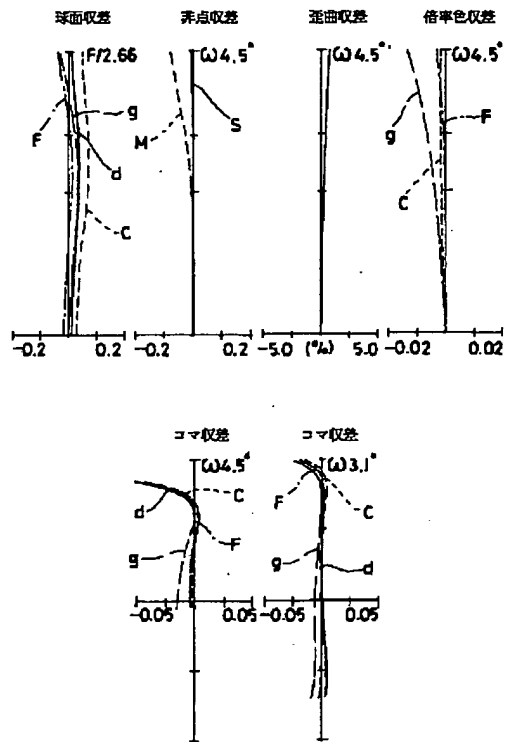
【図 5】



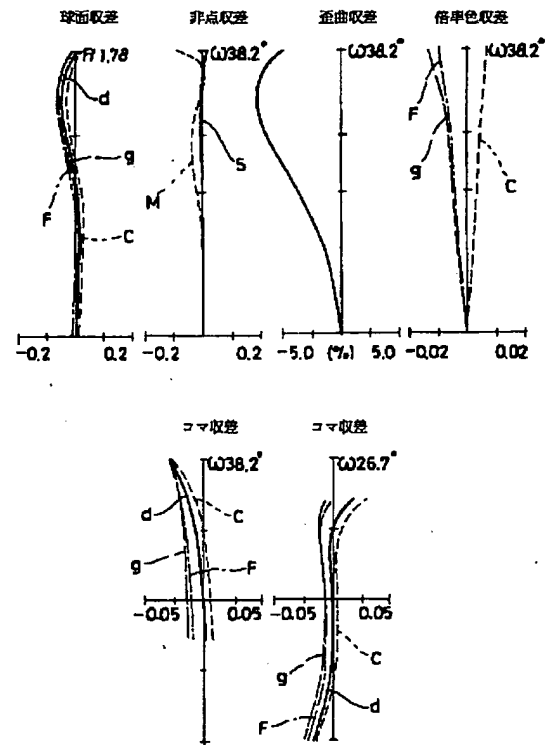
【図 6】



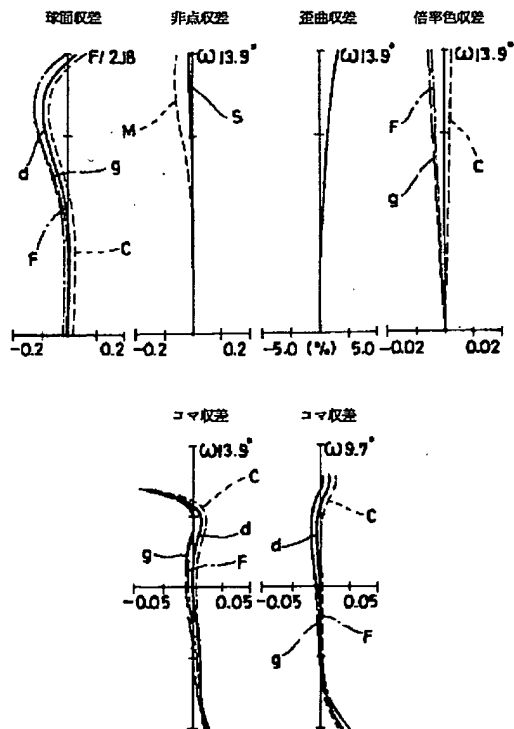
【図 7】



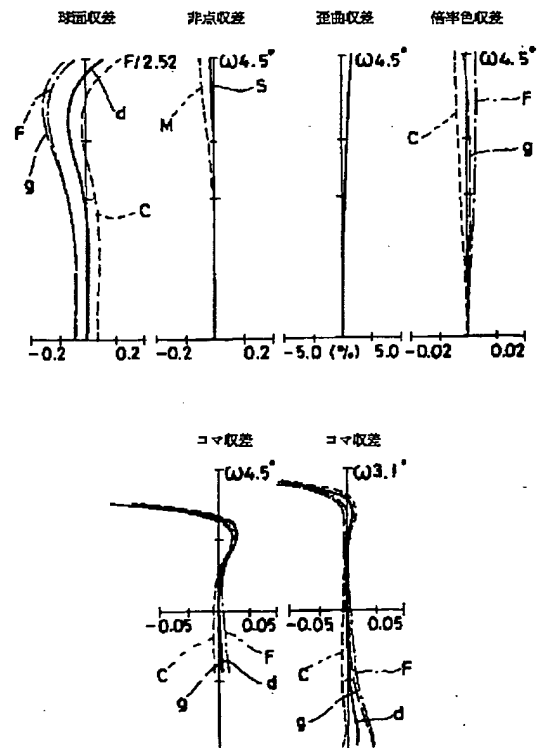
【図 8】



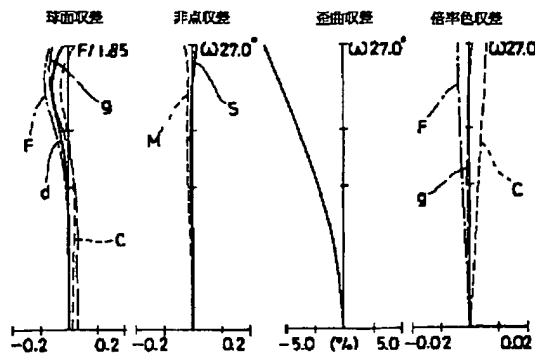
【図 9】



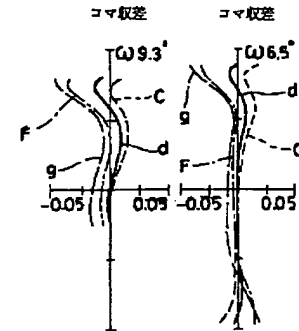
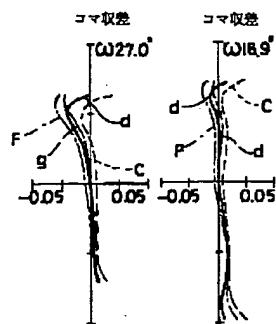
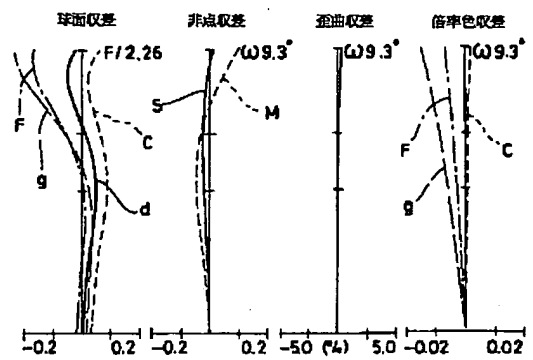
【図 10】



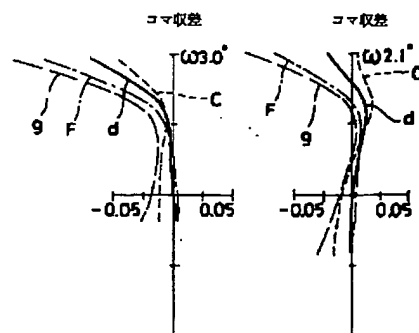
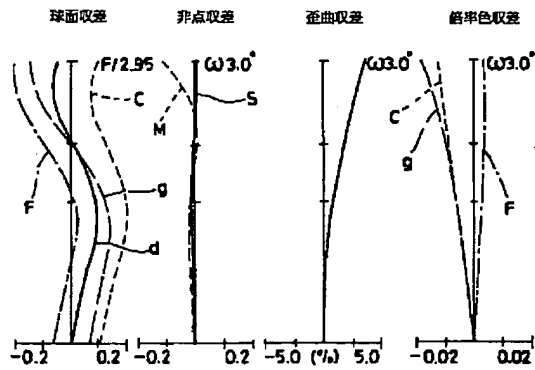
【図 1 1】



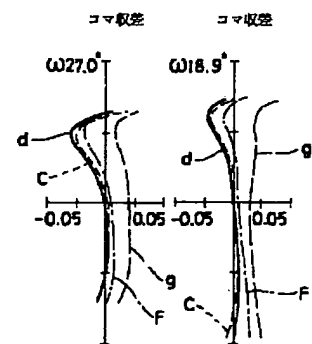
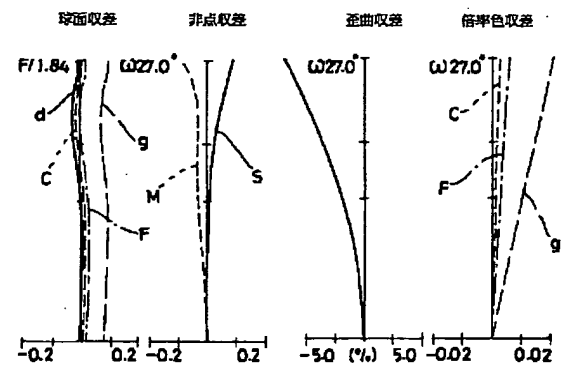
【図 1 2】



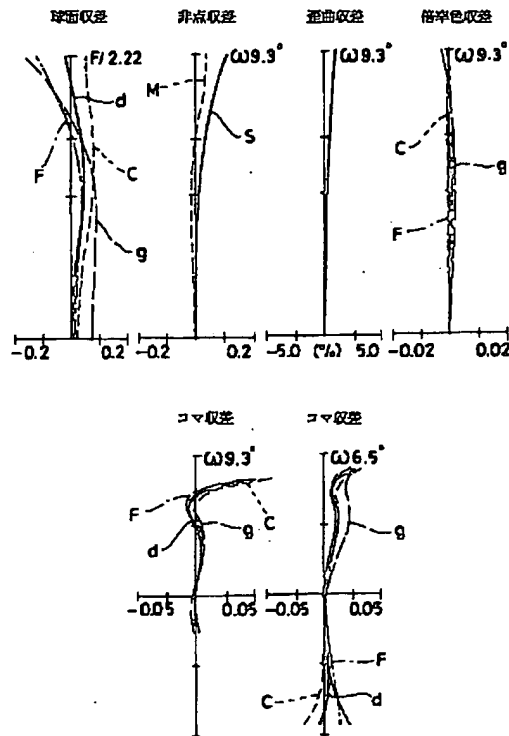
【図 1 3】



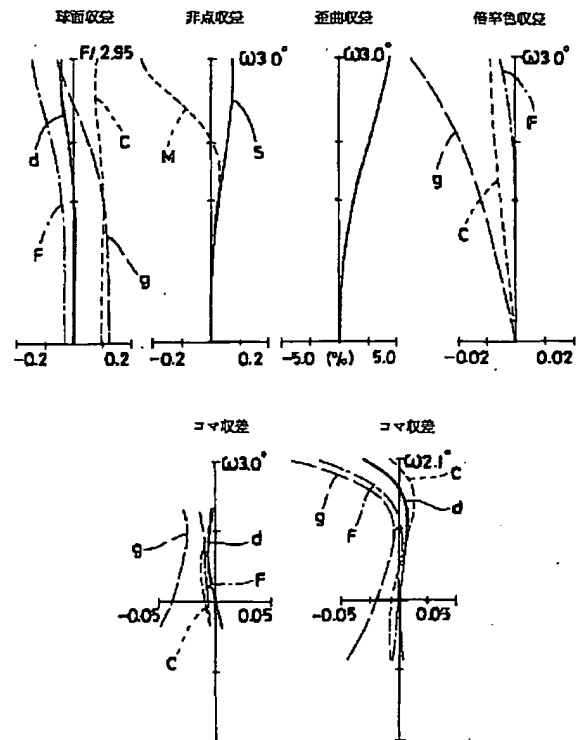
【図 1 4】



【図15】



【図16】



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年8月23日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 正の屈折力を有する第1群と、負の屈折力を有する第2群と、正の屈折力を有する第3群と、正の屈折力を有する第4群の少なくとも四つの群にて構成されるレンズ系であって、広角端から望遠端への変倍の際に前記第1群が物体側へ単調に移動し前記第2群が像側へ単調に移動し前記第3群が広角端におけるよりも望遠端のほうにより物体側に位置するように移動し前記第4

群が無限遠物点合焦時に広角端におけるよりも望遠端において前記第3群との光軸上の空気間隔が大になるように移動し、更に前記第4群が合焦のためにも移動可能であって下記の条件を満足することを特徴とする変倍レンズ。

$$(1) \quad 0.5 < f_4 / f_3 < 1.4$$

$$(2) \quad 0.81 < D_T / f_w < 6.5$$

$$(3) \quad -0.6 < f_T / f_{AT} < 0.6$$

ただし、 $f_3$ 、 $f_4$  は夫々第3群、第4群の焦点距離、 $f_w$ 、 $f_T$  は夫々広角端、望遠端における全系の焦点距離、 $f_{AT}$  は望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離、 $D_T$  は望遠端における無限遠物点合焦時の第3群と第4群の間の空気間隔である。